

JPW

PATENT



Docket No.: 70456-016

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of	:	Customer Number: 20277
Kouichi OKUGAMI, et al.	:	Confirmation Number: 4835
Serial No.: 10/787,221	:	Group Art Unit: 3682
Filed: February 27, 2004	:	Examiner: Unknown
For: TRANSMISSION COMPONENT, METHOD OF MANUFACTURING THE SAME, AND TAPERED ROLLER BEARING		

TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT(S)

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

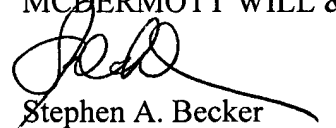
At the time the above application was filed, priority was claimed based on the following application(s):

- Japanese Patent Application No. 2003-053748
- Japanese Patent Application No. 2004-024096

A copy of each priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT WILL & EMERY LLP


Stephen A. Becker
Registration No. 26,527

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 SAB:men
Facsimile: (202) 756-8087
Date: July 2, 2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月28日
Date of Application:

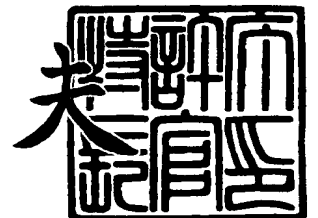
出願番号 特願2003-053748
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-053748]

出願人 NTN株式会社
Applicant(s):

2003年 8月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3062671

【書類名】 特許願

【整理番号】 1022237

【提出日】 平成15年 2月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16H 15/00

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県磐田市東貝塚 1 5 7 8 番地 N T N株式会社内

 【氏名】 奥上 浩一

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県磐田市東貝塚 1 5 7 8 番地 N T N株式会社内

 【氏名】 村松 芳紀

【発明者】

 【住所又は居所】 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 N T N株式会社内

 【氏名】 大木 力

【発明者】

 【住所又は居所】 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 N T N株式会社内

 【氏名】 堀 径生

【特許出願人】

 【識別番号】 000102692

 【住所又は居所】 大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 1 7 号

 【氏名又は名称】 N T N株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100064746

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100083703

【弁理士】

【氏名又は名称】 仲村 義平

【選任した代理人】

【識別番号】 100096781

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀井 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100098316

【弁理士】

【氏名又は名称】 野田 久登

【選任した代理人】

【識別番号】 100109162

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 將行

【選任した代理人】

【識別番号】 100111936

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡辺 征一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 トランスミッションにおける支持構造、その製造方法、および円錐ころ軸受

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 歯車の噛み合わせにより入力シャフトの回転速度に対して出力シャフトの回転速度を変化させることが可能なトランスミッションにおける前記入力シャフトまたは前記出力シャフトまたは前記歯車を回転可能に支持する転がり軸受を有する支持構造であって、

前記転がり軸受の内方部材、外方部材および転動体のうち少なくともいずれか一つの部材が浸炭窒化層を有し、前記部材のオーステナイト結晶粒の粒度番号が 10 番を超える範囲にある、トランスミッションにおける支持構造。

【請求項 2】 歯車の噛み合わせにより入力シャフトの回転速度に対して出力シャフトの回転速度を変化させることが可能なトランスミッションにおける前記入力シャフトまたは前記出力シャフトまたは前記歯車を回転可能に支持する転がり軸受を有する支持構造であって、

前記転がり軸受の内方部材、外方部材および転動体のうち少なくともいずれか一つの部材が浸炭窒化層を有し、破壊応力値が 2650 MPa 以上である、トランスミッションにおける支持構造。

【請求項 3】 歯車の噛み合わせにより入力シャフトの回転速度に対して出力シャフトの回転速度を変化させることが可能なトランスミッションにおける前記入力シャフトまたは前記出力シャフトまたは前記歯車を回転可能に支持する転がり軸受を有する支持構造であって、

前記転がり軸受の内方部材、外方部材および転動体のうち少なくともいずれか一つの部材が浸炭窒化層を有し、前記部材の水素含有量が 0.5 ppm 以下である、トランスミッションにおける支持構造。

【請求項 4】 前記転がり軸受が円錐ころ軸受である、請求項 1～3 のいずれかに記載のトランスミッションにおける支持構造。

【請求項 5】 前記転がり軸受が針状ころ軸受である、請求項 1～3 のいずれかに記載のトランスミッションにおける支持構造。

【請求項 6】 前記転がり軸受が玉軸受である、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のトランスミッションにおける支持構造。

【請求項 7】 歯車の噛み合わせにより入力シャフトの回転速度に対して出力シャフトの回転速度を変化させることが可能なトランスミッションにおける前記入力シャフトまたは前記出力シャフトまたは前記歯車を回転可能に支持する転がり軸受を有する支持構造の製造方法であって、

前記転がり軸受の内方部材、外方部材、および転動体のうち少なくともいずれか 1 つの部材を製造する工程は、軸受部品用の鋼を A_1 変態点を超える浸炭窒化処理温度で浸炭窒化処理した後、 A_1 変態点未満の温度に冷却し、その後、前記 A_1 変態点以上で前記浸炭窒化処理の温度未満の焼入れ温度域に再加熱し、焼入れを行なう工程を備える、トランスミッションにおける支持構造の製造方法。

【請求項 8】 前記焼入れ温度域が $790^{\circ}\text{C} \sim 830^{\circ}\text{C}$ の温度域である、請求項 7 に記載のトランスミッションにおける支持構造の製造方法。

【請求項 9】 内輪、外輪および円錐ころを有する円錐ころ軸受において、前記内輪、前記外輪および前記円錐ころのうち少なくともいずれか一つの部材が浸炭窒化層を有し、前記部材のオーステナイト結晶粒の粒度番号が 10 番を超える範囲にある、円錐ころ軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、転動疲労特性が長寿命で、高度の耐割れ強度や耐経年寸法変化を有するトランスミッションにおける支持構造およびその製造方法ならびに円錐ころ軸受に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

軸受部品の転動疲労に対して長寿命を与える熱処理方法として、焼入れ加熱時の雰囲気 RX ガス中にさらにアンモニアガスを添加するなどして、その軸受部品の表層部に浸炭窒化処理を施す方法がある（たとえば特開平 8 - 4 7 7 4 号公報、特開平 11 - 1 0 1 2 4 7 号公報）。この浸炭窒化処理法を用いることにより

、表層部を硬化させ、ミクロ組織中に残留オーステナイトを生成させ、転動疲労寿命を向上させることができる。

【0 0 0 3】

【特許文献 1】

特開平 8 - 4 7 7 4 号公報

【0 0 0 4】

【特許文献 2】

特開平 1 1 - 1 0 1 2 4 7 号公報

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の浸炭窒化処理方法は炭素および窒素を拡散させる拡散処理であるため、長時間高温に保持する必要がある。このため、組織が粗大化する等して耐割れ強度の向上を図ることは困難である。また、残留オーステナイトの増加による経年寸法変化率の増大も問題となる。

【0 0 0 6】

一方、転動疲労に対して長寿命を確保し、割れ強度を向上させ、経年寸法変化率の増大を防ぐために、鋼の合金設計により組成を調整することによって対処することが可能である。しかし合金設計によると、原材料コストが高くなるなどの問題点が発生する。

【0 0 0 7】

今後のトランスミッションにおける軸受部品には、使用環境の高荷重化、高温化に伴い、またトランスミッションの小型化・コンパクト化の要求に伴い、従来よりも、大きな荷重条件でかつより高温で利用できる特性を備えることが要求される。このため、高強度で、転動疲労特性が長寿命で、高度の耐割れ強度と寸法安定性とを有する軸受部品が必要になる。

【0 0 0 8】

本発明は、高度の耐割れ強度と寸法安定性とを有し、転動疲労寿命に優れたトランスミッションにおける支持構造およびその製造方法ならびに円錐ころ軸受を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明のトランスミッションにおける支持構造は、歯車の噛み合わせにより入力シャフトの回転速度に対して出力シャフトの回転速度を変化させることが可能なトランスミッションにおける入力シャフトまたは出力シャフトまたは歯車を回転可能に支持する転がり軸受を有する支持構造であって、転がり軸受の内方部材、外方部材および転動体のうち少なくともいずれか一つの部材が浸炭窒化層を有し、その部材のオーステナイト結晶粒の粒度番号が10番を超える範囲にあることを特徴とするものである。

【0010】

本発明のトランスミッションにおける支持構造によれば、内方部材、外方部材、および転動体のうち少なくともいずれか1つの部材のオーステナイト粒径が微細であることにより、耐割れ強度、寸法安定性および転動疲労寿命が大幅に改良される。オーステナイト粒径の粒度番号が10番以下では、転動疲労寿命は大きく改善されないため、10番を超える範囲とする。通常、11番以上とする。オーステナイト粒径は細かいほど望ましいが、通常、13番を超える粒度番号を得ることは難しい。なお、トランスミッションにおける支持構造の内方部材、外方部材および転動体のオーステナイト粒は、浸炭窒化処理の影響を大きく受けている表層部でも、それより内側の内部でも変化しない。したがって、上記の結晶粒度番号の範囲の対象となる位置は、表層部および内部とする。

【0011】

本発明の他のトランスミッションにおける支持構造は、歯車の噛み合わせにより入力シャフトの回転速度に対して出力シャフトの回転速度を変化させることが可能なトランスミッションにおける入力シャフトまたは出力シャフトまたは歯車を回転可能に支持する転がり軸受を有する支持構造であって、転がり軸受の内方部材、外方部材および転動体のうち少なくともいずれか一つの部材が浸炭窒化層を有し、破壊応力値が2650MPa以上であることを特徴とするものである。

【0012】

本願発明者らは、鋼をA₁変態点を超える浸炭窒化処理温度で浸炭窒化処理し

た後、 A_1 変態点未満の温度に冷却し、その後に A_1 変態点以上の焼入れ温度域に再加熱し焼入れを行なうことにより、浸炭窒化処理層を有する鋼の破壊応力値を、従来では得られなかった2650 MPa以上にできることを見出した。これにより、従来と比較して破壊応力値に優れ、それにより強度の高いトランスミッションにおける支持構造を得ることができる。

【0013】

本発明のさらに他のトランスミッションにおける支持構造は、歯車の噛み合わせにより入力シャフトの回転速度に対して出力シャフトの回転速度を変化させることが可能なトランスミッションにおける入力シャフトまたは出力シャフトまたは歯車を回転可能に支持する転がり軸受を有する支持構造であって、転がり軸受の内方部材、外方部材および転動体のうち少なくともいずれか一つの部材が浸炭窒化層を有し、部材の水素含有量が0.5 ppm以下であることを特徴とするものである。

【0014】

本発明のさらに他のトランスミッションにおける支持構造によれば、水素に起因する鋼の脆化を軽減することができる。鋼の水素含有率が0.5 ppmを超えると鋼の割れ強度は低下する。したがってこのような鋼は、苛酷な荷重が加わるハブの支持構造にはあまり適さなくなる。水素量は低い方が望ましい。しかし、0.3 ppm未満に減らすためには長時間の加熱が必要になり、オーステナイト粒径が粗大化し、かえって靱性が低下してしまう。このため、より望ましい水素含有率は0.3～0.5 ppmの範囲である。さらに望ましくは、0.35～0.45 ppmの範囲である。

【0015】

なお、上記の水素含有率は、拡散性水素は測定の対象にはせず、所定温度以上で鋼から放出される非拡散性水素のみを測定の対象とするものである。サンプルサイズが小さければ、常温でもサンプルから放出され散逸してしまうので、拡散性水素量は測定の対象から外している。非拡散性水素は、鋼中の欠陥部などにトラップされており、所定の加熱温度以上ではじめてサンプルから放出される水素である。この非拡散性水素に限定しても、水素含有率は測定方法によって大きく

変動する。上記の水素含有率範囲は熱伝導度法による測定方法による範囲である。さらに、後記するように、LECO社製DH-103型水素分析装置またはそれに準じる測定装置を用いて測定することが望ましい。

【0016】

上記のトランスミッションにおける支持構造において好ましくは、転がり軸受が円錐ころ軸受である。

【0017】

上記のトランスミッションにおける支持構造において好ましくは、転がり軸受が針状ころ軸受である。

【0018】

上記のトランスミッションにおける支持構造において好ましくは、転がり軸受が玉軸受である。

【0019】

本発明のトランスミッションにおける支持構造の製造方法は、歯車の噛み合わせにより入力シャフトの回転速度に対して出力シャフトの回転速度を変化させることが可能なトランスミッションにおける入力シャフトまたは出力シャフトまたは歯車を回転可能に支持する転がり軸受を有する支持構造の製造方法であって、転がり軸受の内方部材、外方部材、および転動体のうち少なくともいずれか1つの部材を製造する工程が、軸受部品用の鋼を A_1 変態点を超える浸炭窒化処理温度で浸炭窒化処理した後、 A_1 変態点未満の温度に冷却し、その後、 A_1 変態点以上で浸炭窒化処理の温度未満の焼入れ温度域に再加熱し、焼入れを行なう工程を備えることを特徴とするものである。

【0020】

本発明のトランスミッションにおける支持構造の製造方法によれば、浸炭窒化処理後 A_1 変態点未満の温度に冷却した後に最終的な焼入れを行なうので、オーステナイト粒径を細かくすることができる。この結果、シャルピー衝撃値、破壊靱性値、割れ強度、転動疲労寿命などを向上させることができる。

【0021】

さらに、たとえばオーステナイトが変態する温度にまで冷却することにより、

浸炭窒化处理の際のオーステナイト粒界と最終焼入れの際のオーステナイト粒界とを無関係にすることができる。さらに、最終焼入れの際の加熱温度が浸炭窒化处理時の加熱温度よりも低いので、浸炭窒化处理の効果が及ぶ表層部における未溶解セメンタイト量は浸炭窒化处理のときよりも増大する。このため最終焼入れの加熱温度において、浸炭窒化处理のときより、未溶解セメンタイト量の比率が増大し、オーステナイト量の比率が低下する。しかも、鉄-炭素2元状態図から、セメンタイトとオーステナイトとの共存領域において、焼入れ温度の低下にともないオーステナイトに固溶する炭素濃度も低くなる。

【0022】

最終焼入れ温度に加熱したとき、オーステナイト粒の成長を妨げる未溶解セメンタイト量が多いために、オーステナイト粒は微細となる。また、焼入れによってオーステナイトからマルテンサイトやベイナイトに変態した組織は炭素濃度が低いので、浸炭窒化处理温度から焼き入れた組織に比べて韌性に富んだ組織となる。

【0023】

上記のトランスミッションにおける支持構造の製造方法において好ましくは、焼入れ温度域が790℃～830℃の温度域である。

【0024】

これにより、オーステナイト結晶粒の成長が生じにくい温度に再加熱して焼入れするので、オーステナイト粒径を細かくすることができる。

【0025】

本発明の円錐ころ軸受は、内輪、外輪および円錐ころを有する円錐ころ軸受において、内輪、外輪および円錐ころのうち少なくともいずれか一つの部材が浸炭窒化層を有し、その部材のオーステナイト結晶粒の粒度番号が10番を超える範囲にあることを特徴とするものである。

【0026】

本発明の円錐ころ軸受によれば、内輪、外輪、および転動体のうち少なくともいずれか1つの部材のオーステナイト粒径が微細であることにより、耐割れ強度、寸法安定性および転動疲労寿命が大幅に改良される。オーステナイト粒径の粒

度番号が10番以下では、転動疲労寿命は大きく改善されないので、10番を超える範囲とする。通常、11番以上とする。オーステナイト粒径は細かいほど望ましいが、通常、13番を超える粒度番号を得ることは難しい。なお、トランスミッションにおけるシャフトの支持構造の内輪、外輪および転動体のオーステナイト粒は、浸炭窒化処理の影響を大きく受けている表層部でも、それより内側の内部でも変化しない。したがって、上記の結晶粒度番号の範囲の対象となる位置は、表層部および内部とする。

【0027】

なお、本明細書における内輪または外輪は、シャフト、ハウジングなどの部材と一体化されたものであっても良く、また別体で設けられたものであっても良い。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて本発明の実施の形態について説明する。

【0029】

図1は、本発明の一実施の形態におけるトランスミッションの構成を示す概略断面図である。図1を参照して、このトランスミッションは、常時噛合い式のトランスミッションであって、転がり軸受10A～10Fと、入力シャフト11と、出力シャフト12と、カウンターシャフト13と、ギア（歯車）14a～14kと、ハウジング15とを主に有している。

【0030】

入力シャフト11は、転がり軸受10Aによりハウジング15に回転可能に支持されている。この入力シャフト11の外周にはギア14aが形成されており、内周にはギア14bが形成されている。

【0031】

出力シャフト12は、一方側において転がり軸受10Bによりハウジング15に回転可能に支持されており、他方側において転がり軸受10Cにより入力シャフト11に回転可能に支持されている。この出力シャフト12には、ギア14c～14gが取り付けられている。このギア14c～14gはハウジング15との

間にスラスト針状ころ軸受である転がり軸受 10 F によって軸方向の荷重を支持されている。

【0032】

ギア 14 c およびギア 14 d はそれぞれ同一部材の外周と内周に形成されている。ギア 14 c およびギア 14 d が形成された部材は転がり軸受 10 D により出力シャフト 12 に回転可能に支持されている。ギア 14 e は、出力シャフト 12 と一緒に回転するように、かつ出力シャフト 12 の軸方向にスライド可能なように、出力シャフト 12 に取り付けられている。

【0033】

また、ギア 14 f およびギア 14 g の各々は同一部材の外周に形成されている。ギア 14 f およびギア 14 g が形成された部材は、出力シャフト 12 と一緒に回転するように、かつ出力シャフト 12 の軸方向にスライド可能なように出力シャフト 12 に取り付けられている。ギア 14 f およびギア 14 g が形成された部材が、図中左側にスライドした場合にはギア 14 f はギア 14 b と噛合い可能であり、図中右側にスライドした場合にはギア 14 g とギア 14 d とが噛合い可能である。

【0034】

カウンターシャフト 13 は、ハウジング 15 に固定されており、ギア 14 h ～ 14 k などをも有するギア部材を転がり軸受 10 E により回転可能に支持している。ギア 14 h はギア 14 a と常時噛合っており、かつギア 14 i はギア 14 c と常時噛合っている。また、ギア 14 j は、ギア 14 e が図中左側にスライドした場合に、ギア 14 e と噛合い可能である。ギア 14 k はギア 14 e が図中右側にスライドした場合に、ギア 14 e と噛合い可能である。

【0035】

本実施の形態では、入力シャフト 11 の支持構造は転がり軸受 10 A および 10 C を有しており、出力シャフト 12 の支持構造は転がり軸受 10 B および 10 C を有している。転がり軸受 10 A および 10 B はたとえば深溝玉軸受であり、転がり軸受 10 C はたとえば針状ころ軸受である。ギア 14 c、14 h ～ 14 k の支持構造は転がり軸受 10 D ～ 10 F を有しており、転がり軸受 10 D、10

Eはたとえば針状ころ軸受であり、転がり軸受10Fはスラスト針状ころ軸受である。

【0036】

図2は、上記の転がり軸受10Aおよび10Bとなる深溝玉軸受の構成を示す概略断面図である。図2を参照して、深溝玉軸受10A、10Bは、ハウジング15に固定される外輪1（外方部材）と、入力シャフト11もしくは出力シャフト12に固定される内輪2（内方部材）と、外輪1および内輪2の間で転動する複数の玉3と、複数の玉3の各々を一定の間隔で正しい位置に保持するための保持器4とを有している。

【0037】

図1を参照して、転がり軸受10Cとなる針状ころ軸受は、複数の針状ころ3bが保持器により保持されたケージ&ローラ形式の構成を有している。この構成においては、転がり軸受10Cの外方部材は入力シャフト11と一体化しており、内方部材は出力シャフト12と一体化している。

【0038】

転がり軸受10D、10Eとなる針状ころ軸受は、複数の針状ころ3bが保持器により保持されたケージ&ローラ形式の構成を有している。この構成においては、転がり軸受の外方部材はギア14c～14kと一体化しており、内方部材は出力シャフト12またはカウンターシャフト13と一体化している。転がり軸受10Fとなるスラスト針状ころ軸受は、カウンターシャフト13に固定される外輪1c（外方部材）と、ギア14h～14kを有するギア部材に固定される内輪2c（内方部材）と、外輪1cと内輪2cとの間で転動する複数の針状ころ3cと、複数の針状ころ3cの各々を一定の間隔で正しい位置に保持するための保持器とを有している。

【0039】

これらの外方部材（外輪1、出力シャフト12の外輪部分もしくはギア14c、14h～14k）、内方部材（内輪2、入力シャフト11の内輪部分、出力シャフト12の内輪部分もしくはカウンターシャフト13の内輪部分）および転動体（玉3もしくは針状ころ3b、3c）のうち少なくともいずれか一つの部材は

、浸炭窒化層を有する鋼を含み、かつその部材のオーステナイト結晶粒の粒度番号が10番を超える範囲にある。

【0040】

また、外方部材（外輪1、出力シャフト12の外輪部分もしくはギア14c、14h～14k）、内方部材（内輪2、入力シャフト11の内輪部分、出力シャフト12の内輪部分もしくはカウンターシャフト13の内輪部分）および転動体（玉3もしくは針状ころ3b、3c）のうち少なくともいずれか一つの部材は、浸炭窒化層を有する鋼を含み、かつ破壊応力値が2650MPa以上である。

【0041】

また、外方部材（外輪1、出力シャフト12の外輪部分もしくはギア14c、14h～14k）、内方部材（内輪2、入力シャフト11の内輪部分、出力シャフト12の内輪部分もしくはカウンターシャフト13の内輪部分）および転動体（玉3もしくは針状ころ3b、3c）のうち少なくともいずれか一つの部材は、浸炭窒化層を有する鋼を含み、かつ鋼中の水素含有率が0.5ppm以下である。

【0042】

次に、このトランスミッションの変速動作について説明する。

ギア14fがギア14bと噛合わず、ギア14gがギア14dと噛合わず、かつギア14eがギア14jと噛合う場合には、入力シャフト11の駆動力は、ギア14a、ギア14h、ギア14jおよびギア14eを介して出力シャフト12に伝達される。これはたとえば第1速とされる。

【0043】

ギア14gがギア14dと噛合い、ギア14eがギア14jと噛合わない場合には、入力シャフト11の駆動力は、ギア14a、ギア14h、ギア14i、ギア14c、ギア14dおよびギア14gを介して出力シャフト12に伝達される。これはたとえば第2速とされる。

【0044】

ギア14fがギア14bと噛合い、ギア14eがギア14jと噛合わない場合には、入力シャフト11はギア14bおよびギア14fとの噛合いにより出力シ

ャフト 12 に直結され、入力シャフト 11 の駆動力は直接出力シャフト 12 に伝達される。これはたとえば第 3 速（トップ）とされる。

【0045】

次に、本実施の形態におけるトランスミッションにおけるシャフトの支持構造に含まれる外輪、内輪および転動体の少なくとも 1 つの軸受部品に行う浸炭窒化処理を含む熱処理について説明する。

【0046】

図 3 および図 4 に、本発明の実施の形態における熱処理方法を示す。図 3 は 1 次焼入れおよび 2 次焼入れを行なう方法を示す熱処理パターンであり、図 4 は焼入れ途中で材料を A_1 変態点温度未満に冷却し、その後、再加熱して最終的に焼入れる方法を示す熱処理パターンである。どちらも本発明の実施の態様例である。

【0047】

図 3 および図 4 を参照して、まず軸受部品用の鋼が A_1 変態点を超える温度（たとえば 845°C ）に加熱され、その温度で軸受部品用の鋼に浸炭窒化処理が施される。温度処理 T_1 では鋼の素地に炭素や窒素が拡散され、また炭素が鋼に十分に溶解込ませられる。この後、軸受部品用の鋼は、処理 T_1 の温度から A_1 変態点未満の温度に冷却される。この後、軸受部品用の鋼が A_1 変態点以上の温度で上記の浸炭窒化処理の温度未満の温度（たとえば 800°C ）に再加熱され、その温度で保持することにより処理 T_2 が施された後、その温度から油焼入れを施される。

【0048】

上記の熱処理は、普通焼入れ（すなわち浸炭窒化処理に引き続いてそのまま 1 回焼入れ）するよりも、表層部分を浸炭窒化しつつ、割れ強度を向上させ、経年寸法変化率を減少することができる。上述したように、上記の熱処理方法によれば、オーステナイト結晶粒の粒径を従来の 2 分の 1 以下となるミクロ組織を得ることができる。上記の熱処理を受けた軸受部品は、転動疲労特性が長寿命であり、割れ強度を向上させ、経年寸法変化率も減少させることができる。

【0049】

上記図3に示す熱処理パターンを適用した軸受鋼のオーステナイト結晶粒度を図5(a)に示す。また、比較のため、従来の熱処理方法による軸受鋼のオーステナイト結晶粒度を図5(b)に示す。また、図6(a)および図6(b)に、上記図5(a)および図5(b)を図解したオーステナイト結晶粒度を示す。これらオーステナイト結晶粒度を示す組織より、従来のオーステナイト粒径はJ I (Japanese Industrial Standard) 規格の粒度番号で10番であり、また本発明による熱処理方法によれば12番の細粒を得ることができる。また、図5(a)の平均粒径は、切片法で測定した結果、 $5.6\ \mu\text{m}$ であった。

【0050】

次に、本実施の形態のトランスミッションにおけるシャフトの支持構造の変形例について説明する。

【0051】

図1に示す構成では、シャフトの支持構造として、転がり軸受10A、10Bが深溝玉軸受である場合について説明したが、転がり軸受10A、10Bは図7に示すような円錐ころ軸受であっても良く、また図8に示すような円筒ころ軸受であっても良い。

【0052】

つまり、図7の円錐ころ軸受、図8の円筒ころ軸受のそれぞれの外方部材（外輪1）、内方部材（内輪2）および転動体（ころ3）のうち少なくともいずれか一つの部材が、浸炭窒化層を有する鋼を含み、かつその部材のオーステナイト結晶粒の粒度番号が10番を超える範囲にある。

【0053】

また、上記の各軸受の外方部材（外輪1）、内方部材（内輪2）および転動体（ころ3）のうち少なくともいずれか一つの部材は、浸炭窒化層を有する鋼を含み、かつ破壊応力値が 2650 MPa 以上である。

【0054】

また、上記の各軸受の外方部材（外輪1）、内方部材（内輪2）および転動体（ころ3）のうち少なくともいずれか一つの部材は、浸炭窒化層を有する鋼を含み、かつ鋼中の水素含有率が 0.5 ppm 以下である。

【0055】

また、上記の各軸受の外方部材（外輪 1）、内方部材（内輪 2）および転動体（ころ 3）のうち少なくともいずれか一つの部材は、図 3 および図 4 に示す方法により形成される。

【0056】

なお、図 7 に示す円錐ころ軸受は、外輪 1 と内輪 2 との間に、保持器 4 により保持された複数のテーパ状のころ（円錐ころ）3 を有している。この円錐ころ軸受は、外輪 1 および内輪 2 の軌道面ところ 3 の円錐の頂面とが軸受の中心線上の 1 点で交わるように設計されたものである。このため、ころ 3 は、軌道面上を外輪 1 の軌道面と内輪 2 の軌道面とからうける合成力によって、内輪 2 の大つばに押し付けられて案内されながら転がる。

【0057】

また、図 8 に示す円筒ころ軸受は、外輪 1 と内輪 2 との間に、保持器 4 により保持された複数の円筒状のころ 3 を有している。

【0058】

また、図 9 に示す針状ころ軸受は、外輪 1 と内輪部分（図示せず）との間に、保持器 4 により保持された複数の針状のころ 3 を有している。ころ 3 は、一般的には、直径が 5 mm 以下で、長さが直径の 3 倍～10 倍である。

【0059】

また、図 10 に示す自動調心ころ軸受は、外輪 1 と内輪 2 との間に、保持器 4 により保持された 2 列の樽型のころ 3 を有している。このような 2 列の樽型のころ 3 を有することにより、シャフトの傾きなどに対応する調心性が得られる。

【0060】

図 11 は、図 7 に示す円錐ころ軸受をトランスミッションのシャフトの支持構造に用いた構成を示す概略図である。図 11 を参照して、複数のギア 24a～24d が形成されたシャフト 21 が、円錐ころ軸受 10A（または 10B）によりハウジング 15 に回転可能に支持されている。

【0061】

また図 12 は、図 10 に示す自動調心ころ軸受をトランスミッションのシャフ

トの支持構造に用いた構成を示す概略図である。図12を参照して、複数のギア34a～34dが形成されたシャフト31が、自動調心ころ軸受10Aによりハウジング15に回転可能に支持されている。

【0062】

また、図1に示す構成では、シャフトの支持構造として、転がり軸受10Cが針状ころ軸受である場合について説明したが、この転がり軸受10Cも図2に示すような深溝玉軸受であっても良く、また図7に示すような円錐ころ軸受であっても良く、また図8に示すような円筒ころ軸受であっても良く、また図9に示すような針状ころ軸受（外輪もしくは内輪を有する構成）であっても良く、また図10に示すような自動調心ころ軸受であっても良い。

【0063】

なお、上記の実施の形態においては、主に常時噛合い式（コンスタントメッシュ）のトランスミッションについて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、選択摺動式（スライディングメッシュ）、同期噛合い式（シンクロメッシュ）などの他の方式のトランスミッションにも適用可能である。

【0064】

【実施例】

次に本発明の実施例について説明する。

【0065】

（実施例1）

JIS規格S U J 2材（1.0重量％C-0.25重量％Si-0.4重量％Mn-1.5重量％Cr）を用いて、本発明の実施例1を行った。表1に示した各試料の製造履歴を以下に示す。

【0066】

【表 1】

試料	A	B	C	D	E	F	従来浸炭窒化処理品	普通焼入品
二次焼入温度 (°C)	780 ¹⁾	800	815	830	850	870	—	—
水素量 (ppm)	—	0.37	0.40	0.38	0.42	0.40	0.72	0.38
結晶粒度 (JIS)	—	12	11.5	11	10	10	10	10
シャルピー衝撃値 (J/cm ²)	—	6.65	6.40	6.30	6.20	6.30	5.33	6.70
破壊応力値 (MPa)	—	2840	2780	2650	2650	2700	2330	2770
転動疲労寿命比 (L ₁₀)	—	5.4	4.2	3.5	2.9	2.8	3.1	1

1) 今回は、焼入不足のため評価できなかった

【0067】

(試料 A～D；本発明例)：温度 850℃ で 150 分間保持して浸炭窒化処理を施した。その浸炭窒化処理時の雰囲気は、RX ガスとアンモニアガスとの混合ガスとした。図 3 に示す熱処理パターンにおいて、浸炭窒化処理温度 850℃ から 1 次焼入れを行ない、次いで浸炭窒化処理温度より低い温度域 780℃～830℃ に加熱して 2 次焼入れを行った。ただし、2 次焼入れ温度 780℃ の試料 A は焼入れ不足のため試験の対象から外した。

【0068】

(試料 E、F；本発明例)：浸炭窒化処理は、本発明例 A～D と同じ履歴で行い、2 次焼入れ温度を浸炭窒素処理温度 (850℃) 以上の 850℃～870℃ で行った。

【0069】

(従来浸炭窒化処理品；比較例)：温度 850℃ で 150 分間保持して浸炭窒化処理を施した。その浸炭窒化処理時の雰囲気は、RX ガスとアンモニアガスとの混合ガスとした。その浸炭窒化処理時の温度からそのまま焼入れを行ない、2 次焼入れは行わなかった。

【0070】

(普通焼入れ品; 比較例): 浸炭窒化処理を行わずに、850℃に加熱して焼入れた。2次焼入れは行わなかった。

【0071】

上記の各試料に対して、(1) 水素量の測定、(2) 結晶粒度の測定、(3) シャルピー衝撃試験、(4) 破壊応力値の測定、(5) 転動疲労試験、の各々を行った。その結果を表1に合わせて示す。

【0072】

次にこれらの測定方法および試験方法について説明する。

(1) 水素量の測定

水素量は、LECO社製DH-103型水素分析装置により、鋼中の非拡散性水素量を分析した。拡散性水素量は測定していない。このLECO社製DH-103型水素分析装置の仕様を下記に示す。

【0073】

分析範囲: 0.01~50.00ppm

分析精度: ± 0.1 ppmまたは $\pm 3\%$ H (いずれか大なるほう)

分析感度: 0.01ppm

検出方式: 熱伝導度法

試料重量サイズ: 10mg~35g (最大: 直径12mm×長さ100mm)

加熱炉温度範囲: 50℃~1100℃

試薬: アンハイドロン ($\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$)、アスカライト (NaOH)

キャリアガス: 窒素ガス、ガスドージングガス (水素ガス)、いずれのガスも純度99.99%以上、圧力40PSI (2.8kgf/cm^2) である。

【0074】

測定手順の概要は以下のとおりである。専用のサンプラーで採取した試料をサンプラーごとに上記の水素分析装置に挿入する。内部の拡散性水素は窒素キャリアガスによって熱伝導度検出器に導かれる。この拡散性水素は本実施例では測定しない。次に、サンプラーから試料を取出し抵抗加熱炉内で加熱し、非拡散性水素を窒素キャリアガスによって熱伝導度検出器に導く。熱伝導度検出器において熱伝導度を測定することによって非拡散性水素量を知ることができる。

【0075】

(2) 結晶粒度の測定

結晶粒度の測定は、JIS G 0551の鋼のオーステナイト結晶粒度試験方法に基づいて行った。

【0076】

(3) シャルピー衝撃試験

シャルピー衝撃試験は、JIS Z 2242の金属材料のシャルピー衝撃試験方法に基づいて行った。試験片には、JIS Z 2202に示されたUノッチ試験片(JIS 3号試験片)を用いた。なお、シャルピー衝撃値は、次式の吸収エネルギーEを断面積(0.8cm²)で除した値である。

【0077】

吸収エネルギー: $E = W g R (\cos \beta - \cos \alpha)$

W: ハンマー重量 (= 25.438 kg)

g: 重力加速度 (= 9.80665 m/sec²)

R: ハンマー回転軸中心から重心までの距離 (= 0.6569 m)

α : ハンマー持ち上げ角度 (= 146°)、 β : ハンマー降り上がり角度

(4) 破壊応力値の測定

図13に破壊応力値の測定に用いた試験片を示す。アムスラー万能試験機を用いて図中のP方向に荷重を負荷して試験片が破壊されるまでの荷重を測定する。その後、得られた破壊荷重を、下記に示す曲がり梁の応力計算式により応力値に換算する。なお、試験片は図13に示す試験片に限られず、他の形状の試験片を用いてもよい。

【0078】

図13の試験片の凸表面における繊維応力を σ_1 、凹表面における繊維応力を σ_2 とすると、 σ_1 および σ_2 は下記の式によって求められる(機械工学便覧A4編材料力学A4-40)。ここで、Nは円環状試験片の軸を含む断面の軸力、Aは横断面積、 e_1 は外半径、 e_2 は内半径を表す。また、 κ は曲がり梁の断面係数である。

【0079】

$$\sigma_1 = (N/A) + \{M/(A\rho_0)\} [1 + e_1 / \{\kappa(\rho_0 + e_1)\}]$$

$$\sigma_2 = (N/A) + \{M/(A\rho_0)\} [1 - e_2 / \{\kappa(\rho_0 - e_2)\}]$$

$$\kappa = -(1/A) \int_A \{\eta / (\rho_0 + \eta)\} dA$$

(5) 転動疲労試験

転動疲労寿命試験の試験条件および試験装置の略図を、表 2 および図 14 に示す。図 14 において、転動疲労寿命試験片 221 は、駆動ロール 211 によって駆動され、ボール 213 と接触して回転している。ボール 213 は、(3/4) ” のボールであり、案内ロール 212 にガイドされて、転動疲労寿命試験片 221 との間で高い面圧を及ぼし合いながら転動する。

【0080】

次に上記の測定結果および試験結果について説明する。

(1) 水素量

表 1 より、浸炭窒化処理したままの従来浸炭窒化処理品の鋼中水素量は、0.72 ppm と非常に高い値となっている。これは、浸炭窒化処理の雰囲気に含まれるアンモニア (NH₃) が分解して水素が鋼中に侵入したためと考えられる。これに対して、試料 B～F の鋼中水素量は 0.37～0.42 ppm となっており、従来浸炭窒化処理品の半分近くにまで減少している。この鋼中水素量は普通焼入れ品と同じレベルである。

【0081】

上記の鋼中水素量の低減により、水素の固溶に起因する鋼の脆化を軽減することができる。すなわち、水素量の低減により、本発明例の試料 B～F のシャルピー衝撃値および破壊応力値は大きく改善されている。

【0082】

(2) 結晶粒度

表 1 より、結晶粒度は、2 次焼入れ温度が浸炭窒化処理時の焼入れ (1 次焼入れ) の温度より低い場合、すなわち試料 B～D の場合、オーステナイト粒は、結晶粒度番号 11～12 と顕著に微細化されている。試料 E および F ならびに従来浸炭窒化処理品および普通焼入れ品のオーステナイト粒は、結晶粒度番号 10 であり、試料 B～D より粗大な結晶粒となっている。

【0083】

(3) シャルピー衝撃値

表1によれば、従来浸炭窒化处理品のシャルピー衝撃値は 5.33 J/cm^2 であるのに比して、本発明例の試料B～Fのシャルピー衝撃値は $6.20 \sim 6.65 \text{ J/cm}^2$ と高い値が得られている。この中でも、2次焼入れ温度が低いほうがシャルピー衝撃値が高くなる傾向を示す。なお、普通焼入品のシャルピー衝撃値は 6.70 J/cm^2 と高い。

【0084】

(4) 破壊応力値

上記破壊応力値は、耐割れ強度に相当する。表1によれば、従来浸炭窒化处理品は 2330 MPa の破壊応力値となっている。これに比して、試料B～Fの破壊応力値は $2650 \sim 2840 \text{ MPa}$ と改善されている。普通焼入品の破壊応力値は 2770 MPa であり、試料B～Fの破壊応力値と同等である。このような、試料B～Fの改良された耐割れ強度は、オーステナイト結晶粒の微細化と並んで、水素含有率の低減による効果が大いいと推定される。

【0085】

(5) 転動疲労試験

表1によれば、普通焼入品は浸炭窒化層を表層部に有しないことを反映して、転動疲労寿命 L_{10} は最も低い。これに比して従来浸炭窒化处理品の転動疲労寿命は3.1倍となる。試料B～Dの転動疲労寿命は従来浸炭窒化处理品より大幅に向上する。試料E, Fは、従来浸炭窒化处理品とほぼ同等であった。

【0086】

上記をまとめると、本発明例の試料B～Fでは、鋼中水素量が低くなり、破壊応力値やシャルピー衝撃値が向上する。しかし、転動疲労寿命まで含めて改良するのは、さらにオーステナイト結晶粒度を粒度番号で11番程度以上に微細化した試料B～Dである。したがって、本発明例に該当するのは試料B～Fであるが、より望ましい本発明の範囲は、2次焼入れ温度を浸炭窒化处理温度より低くして結晶粒の微細化をさらに図った試料B～Dの範囲である。

【0087】

(実施例 2)

次に実施例 2 について説明する。

【0088】

下記の A 材、B 材および C 材について、一連の試験を行った。熱処理用素材には、JIS 規格 SUJ 2 材（1.0 重量% C - 0.25 重量% Si - 0.4 重量% Mn - 1.5 重量% Cr）を用い、A 材～C 材に共通とした。A 材～C 材の製造履歴は次のとおりである。

（A 材：比較例）：普通焼入れのみを行なった（浸炭窒化処理せず）。

（B 材：比較例）：浸炭窒化処理後にそのまま焼き入れた（従来の浸炭窒化焼入れ）。浸炭窒化処理の温度を 845℃とし、保持時間を 150 分間とした。また浸炭窒化処理の雰囲気、RX ガス + アンモニアガスとした。

（C 材：本発明例）：軸受鋼に図 2 の熱処理パターンを施した。浸炭窒化処理の温度を 845℃とし、保持時間を 150 分間とし、雰囲気を RX ガス + アンモニアガスとした。また、最終焼入れ温度を 800℃とした。

【0089】

（1）転動疲労寿命

転動疲労寿命試験の試験装置には上述した図 7 の装置を用い、試験条件は表 2 に示す条件とした。この転動疲労寿命試験結果を表 3 に示す。

【0090】

【表 2】

試験片	φ12×L22 円筒試験片
試験数	10 個
相手鋼球	3/4" (19.05mm)
接触面圧	5.88GPa
負荷速度	46240cpm
潤滑油	タービン VG68 強制循環給油

【0091】

【表 3】

表 3 試験結果

材質	寿命(負荷回数)		L ₁₀ の比
	L ₁₀ (×10 ⁴ 回)	L ₁₀ (×10 ⁴ 回)	
A 材	8017	18648	1.0
B 材	24656	33974	3.1
C 材	43244	69031	5.4

【0092】

表 3 によれば、浸炭窒化処理を施した B 材（比較例）の L₁₀ 寿命は、普通焼入れのみを施した A 材（比較例）の L₁₀ 寿命（試験片 10 個中 1 個が破損する寿命）の 3.1 倍を示し、浸炭窒化処理による長寿命化の効果が認められる。これに対して、本発明例の C 材は、B 材の 1.74 倍、また A 材の 5.4 倍の長寿命を示している。この改良の主因はミクロ組織の微細化によるものと考えられる。

【0093】

(2) シャルピー衝撃試験

シャルピー衝撃試験は、U ノッチ試験片を用いて、上述の J I S Z 2242 に準じた方法により行なった。試験結果を表 4 に示す。

【0094】

【表 4】

表 4 シャルピー衝撃強度試験

材質	シャルピー衝撃値 (J/cm ²)	衝撃値の比
A 材	6.7	1.0
B 材	5.3	0.8
C 材	6.7	1.0

【0095】

本発明例の C 材では、普通焼入れのみを施した A 材（比較例）と同等で、かつ浸炭窒化処理を施した B 材（比較例）よりも高いシャルピー衝撃値が得られた。

【0096】

(3) 静的破壊靱性値の試験

静的破壊靱性試験の試験片には、図15に示す試験体を用い、亀裂を予め約1mm導入した後に、3点曲げによる静的荷重Pを加え、破壊荷重を求めた。破壊靱性値 (K_{IC} 値) の算出には次に示す次式を用いた。また、試験結果を表5に示す。

【0097】

$$K_{IC} = \left(PL\sqrt{a/BW^2} \right) \{ 5.8 - 9.2 (a/W) + 43.6 (a/W)^2 - 75.3 (a/W)^3 + 77.5 (a/W)^4 \}$$

【0098】

【表5】

材質	試験数	K_{IC} (MPa \sqrt{m})	K_{IC} の比
A材	3個	16.3	1.0
B材	3個	16.1	1.0
C材	3個	18.9	1.2

【0099】

予め導入した亀裂の深さが浸炭窒化層深さよりも大きくなったため、比較例のA材とB材とは違いはない。しかし、本発明例のC材では比較例のA材およびB材に対して約1.2倍の破壊靱性値 (K_{IC} 値) を得ることができた。

【0100】

(4) 静圧壊強度試験 (破壊応力値の測定)

静圧壊強度試験片には、上述のように図13に示す形状のものを用いた。図中、P方向に荷重を付加して、上記と同様にして静圧壊強度試験を行なった。試験結果を表6に示す。

【0101】

【表 6】

表 6 試験結果

材質	試験数	静圧壊強度 (kgf)	静圧壊強度の比
A 材	3 個	4200	1.00
B 材	3 個	3500	0.84
C 材	3 個	4300	1.03

【0102】

浸炭窒化処理を施したB材（比較例）の静圧壊強度は普通焼入れのみを施したA材（比較例）の静圧壊強度よりもやや低い値である。しかしながら、本発明例のC材の静圧壊強度は、B材の静圧壊強度よりも向上し、A材の静圧壊強度よりもわずかに高いレベルになっている。

【0103】

（5）経年寸法変化率

温度130℃で500時間保持した場合の経年寸法変化率を測定した。その測定結果を、表面硬度、残留オーステナイト量（表面から0.1mm深さでの）とともに表7に示す。

【0104】

【表 7】

材質	試験数	表面硬度 (HRC)	残留γ量 (体積%)	寸法変化率 ($\times 10^{-5}$)	寸法変化率 の比 ^{*)}
A 材	3 個	62.5	9.0	18	1.0
B 材	3 個	63.6	28.0	35	1.9
C 材	3 個	60.0	11.3	22	1.2

*: 小さい方が優れている

【0105】

残留オーステナイト量の多いB材の寸法変化率に比べて、本発明例のC材の寸法変化率は低く抑えられていることがわかる。

【0106】

（6）異物混入潤滑下における寿命試験

玉軸受 6206 を用い、標準異物を所定量混入させた異物混入潤滑下での転動疲労寿命を評価した。試験条件を表 8 に、また試験結果を表 9 に示す。

【0107】

【表 8】

荷重	Fr=6.86kN
接触面圧	Pmax=3.2Gpa
回転速度	2000rpm
潤滑	タービン 56 油浴給油
異物量	0.4g/1000cc
異物	粒径 100~180 μ m、硬さ Hv800

【0108】

【表 9】

材質	L ₁₀ 寿命 (h)	L ₁₀ 寿命の比
A 材	20.0	1.0
B 材	50.2	2.5
C 材	74.0	3.7

【0109】

A 材に比べ、浸炭窒化処理を施した B 材（比較例）では約 2.5 倍の、また本発明例の C 材では約 3.7 倍の長寿命が得られた。本発明例の C 材では、比較例の B 材に比べて残留オーステナイトが少ないものの、窒素の侵入と微細化されたミクロ組織の影響とにより長寿命が得られている。

【0110】

上記の結果より、本発明例の C 材、すなわち本発明の熱処理方法によって製造されたトランスミッションにおける支持構造をなす軸受部品は、従来の浸炭窒化処理では困難であった転動疲労寿命の長寿命化、割れ強度の向上、経年寸法変化率の低減の 3 項目を同時に満足することができることがわかった。

【0111】

なお、本明細書におけるオーステナイト結晶粒とは、焼入加熱中に相変態したオーステナイトの結晶粒のことであり、これは、冷却によりマルテンサイトへ変

態した後も、過去の履歴として残存しているものをいう。

【0112】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。たとえば針状ころ軸受は総ころタイプであっても、シェル型針状ころ軸受であってもよい。

【0113】

【発明の効果】

本発明のトランスミッションにおける支持構造およびその製造方法ならびに円錐ころ軸受を用いることにより、浸炭窒化处理層を形成した上で、これまでにない優れた破壊応力値を得ることができるため、優れた耐割れ強度などを得ることができる。また、支持構造をコンパクト化することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態におけるトランスミッションの構成を示す概略断面図である。

【図2】 図1に示す転がり軸受10Aおよび10Bとなる深溝玉軸受の構成を示す概略断面図である。

【図3】 本発明の実施の形態における熱処理方法を説明する図である。

【図4】 本発明の実施の形態における熱処理方法の変形例を説明する図である。

【図5】 軸受部品のミクロ組織、とくにオーステナイト粒を示す図である。(a)は本発明例の軸受部品であり、(b)は従来の軸受部品である。

【図6】 (a)は図5(a)を図解したオーステナイト粒界を示し、(b)は図5(b)を図解したオーステナイト粒界を示す。

【図7】 円錐ころ軸受の構成を概略的に示す断面図である。

【図8】 円筒ころ軸受の構成を概略的に示す断面図である。

【図9】 針状ころ軸受の構成を概略的に示す断面図である。

【図10】 自動調心ころ軸受の構成を概略的に示す断面図である。

【図 1 1】 図 7 に示す円錐ころ軸受をトランスミッションのシャフトの支持構造に用いた構成を示す概略図である。

【図 1 2】 図 1 0 に示す自動調心ころ軸受をトランスミッションのシャフトの支持構造に用いた構成を示す概略図である。

【図 1 3】 静圧壊強度試験（破壊応力値の測定）の試験片を示す図である。

【図 1 4】 転動疲労寿命試験機の概略図である。(a)は正面図であり、(b)は側面図である。

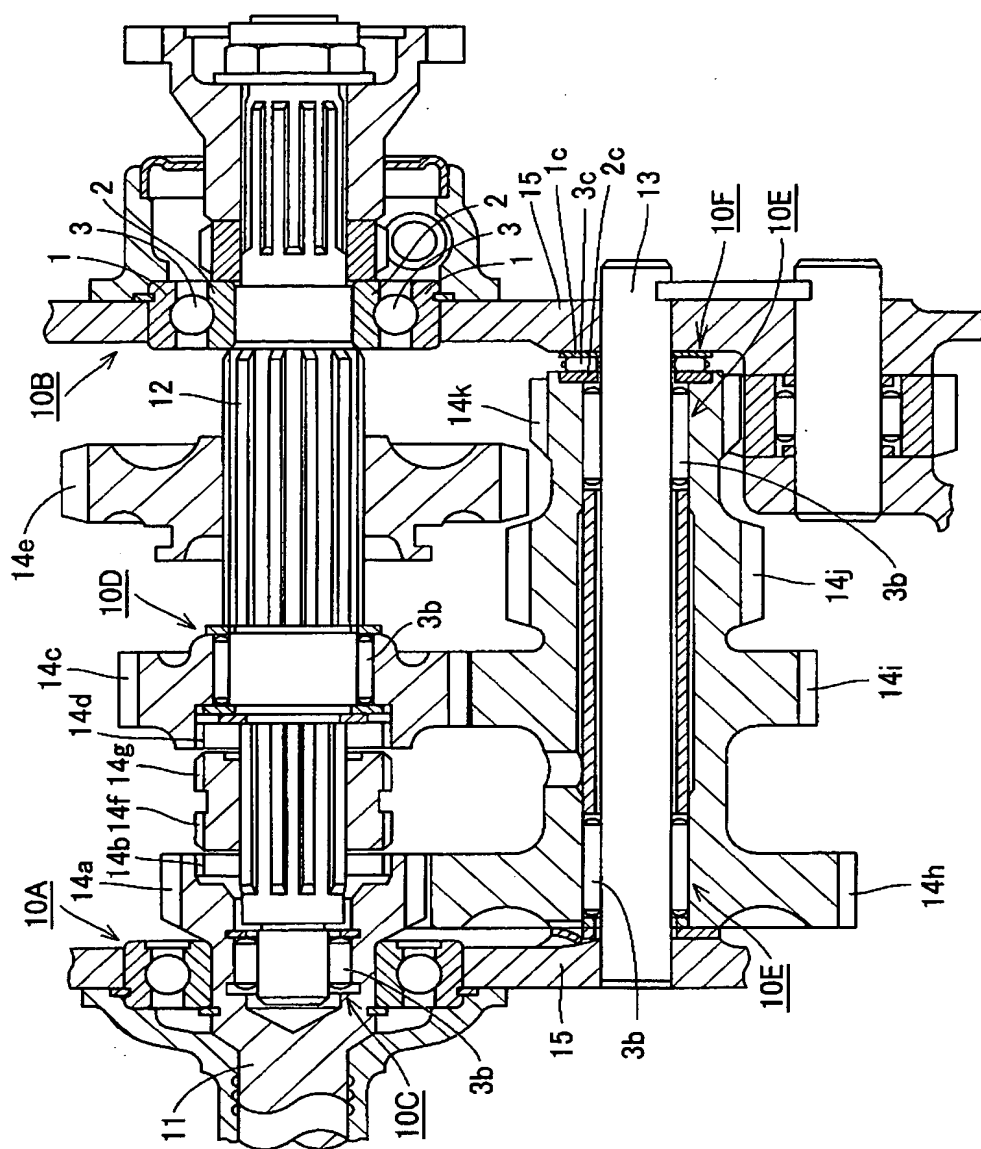
【図 1 5】 静的破壊靱性試験の試験片を示す図である。

【符号の説明】

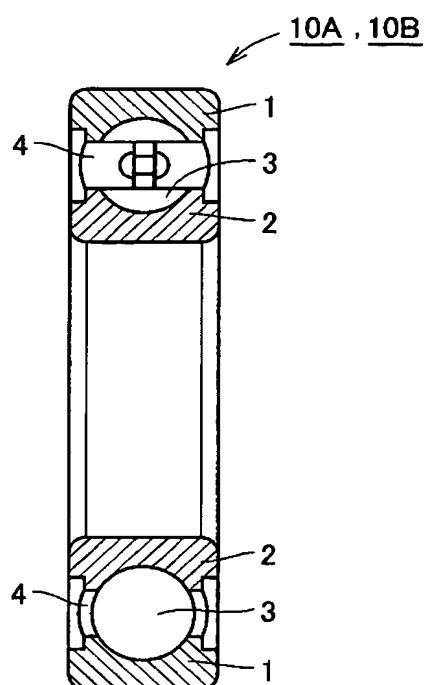
1, 1 c 外輪、2, 2 c 内輪、3, 3 b, 3 c 転動体、4 保持器、1 0 A ~ 1 0 F 転がり軸受、1 1 入力シャフト、1 2 出力シャフト、1 3 カウンターシャフト、1 4 a ~ 1 4 k, 2 4 a ~ 2 4 d, 3 4 a ~ 3 4 d ギア、1 5 ハウジング、2 1, 3 1 シャフト、2 1 1 駆動ロール、2 1 2 案内ロール、2 1 3 (3/4) " ボール、2 2 1 転動疲労寿命試験片、T₁ 浸炭窒化処理温度、T₂ 焼入れ加熱温度。

【書類名】 図面

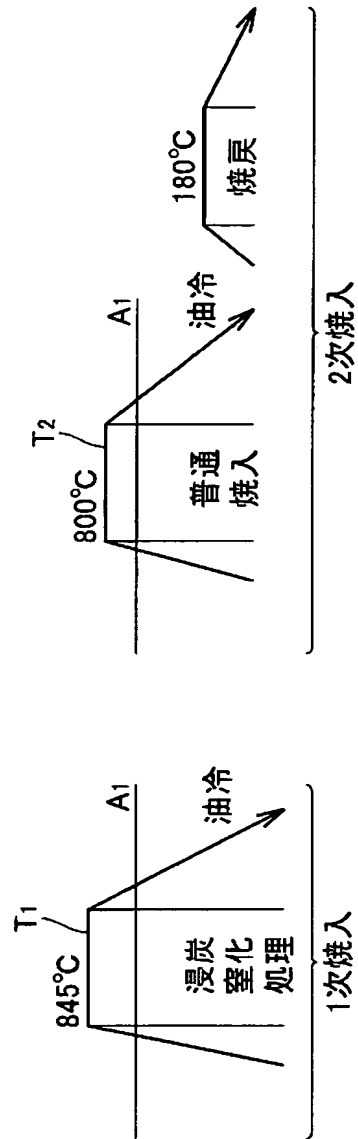
【図 1】



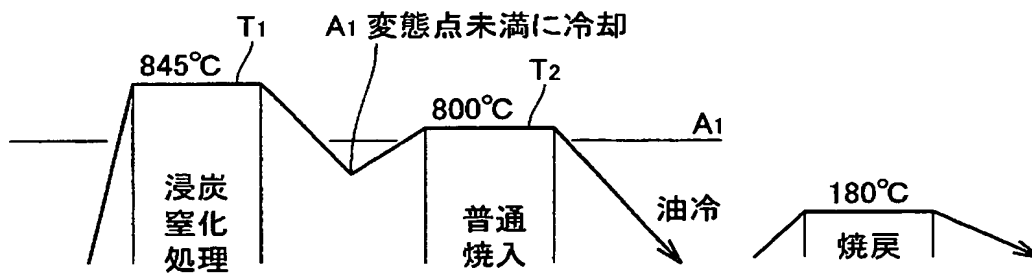
【図 2】



【図 3】

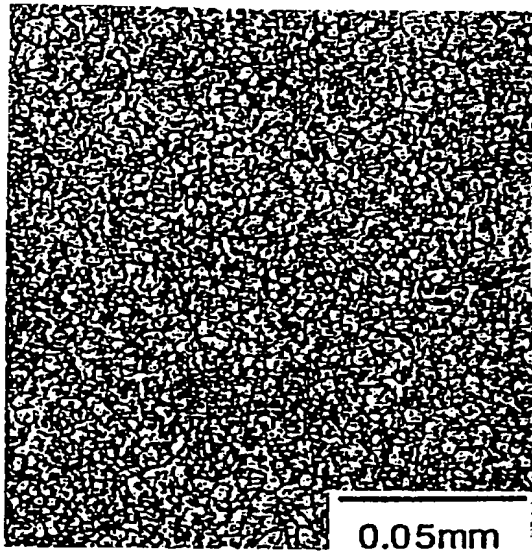


【図 4】

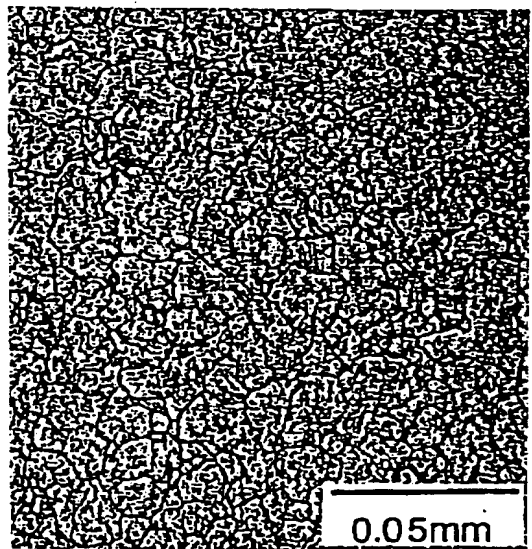


【図 5】

(a)

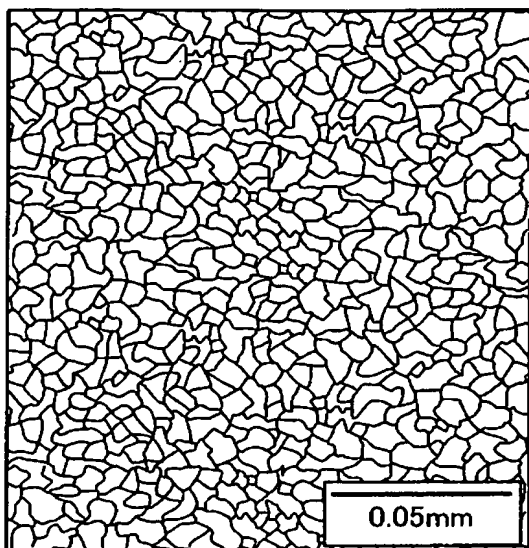


(b)

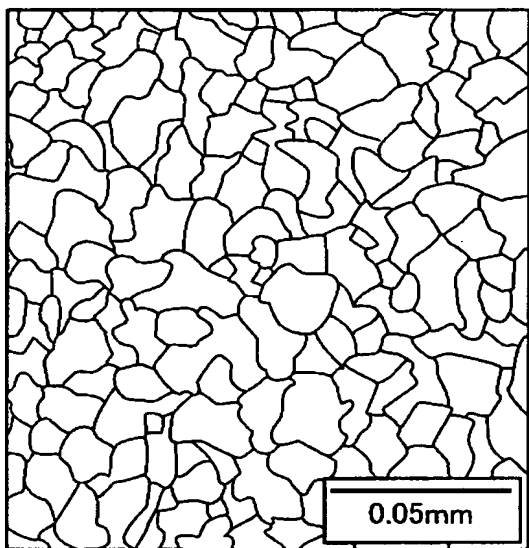


【図 6】

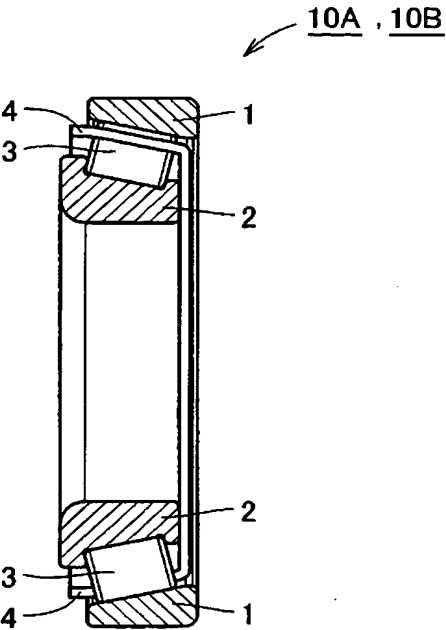
(a)



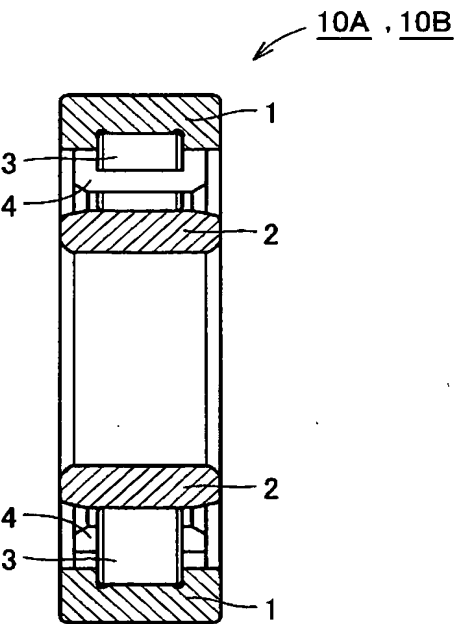
(b)



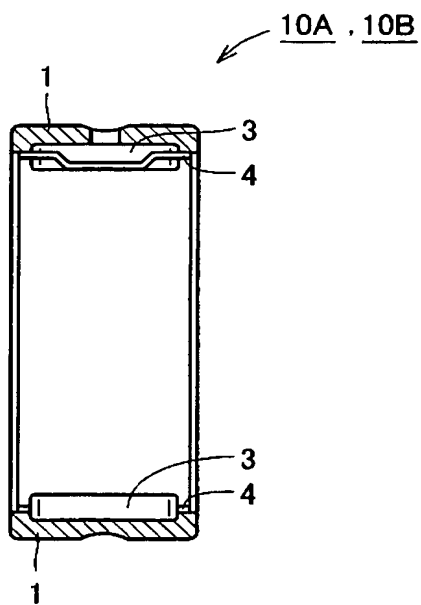
【図 7】



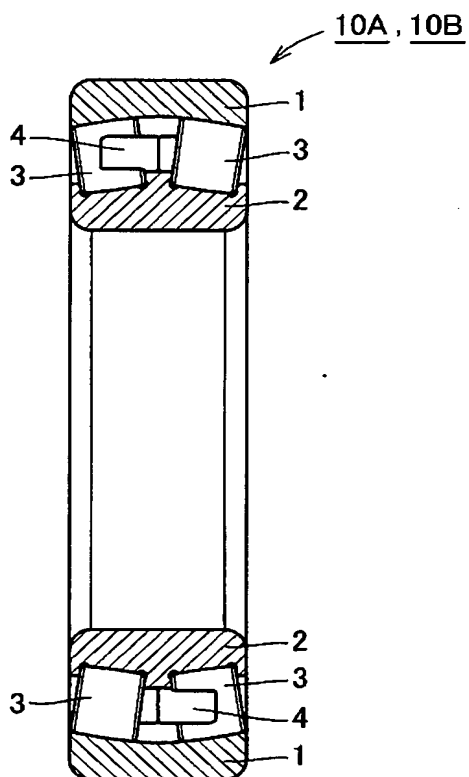
【図 8】



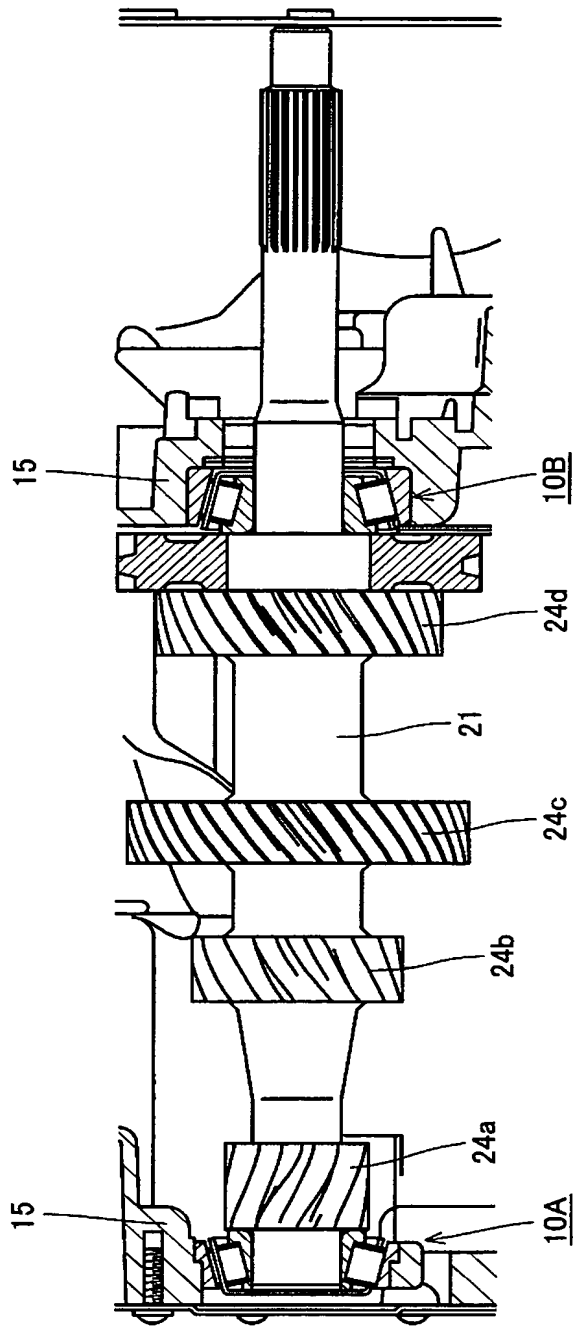
【図 9】



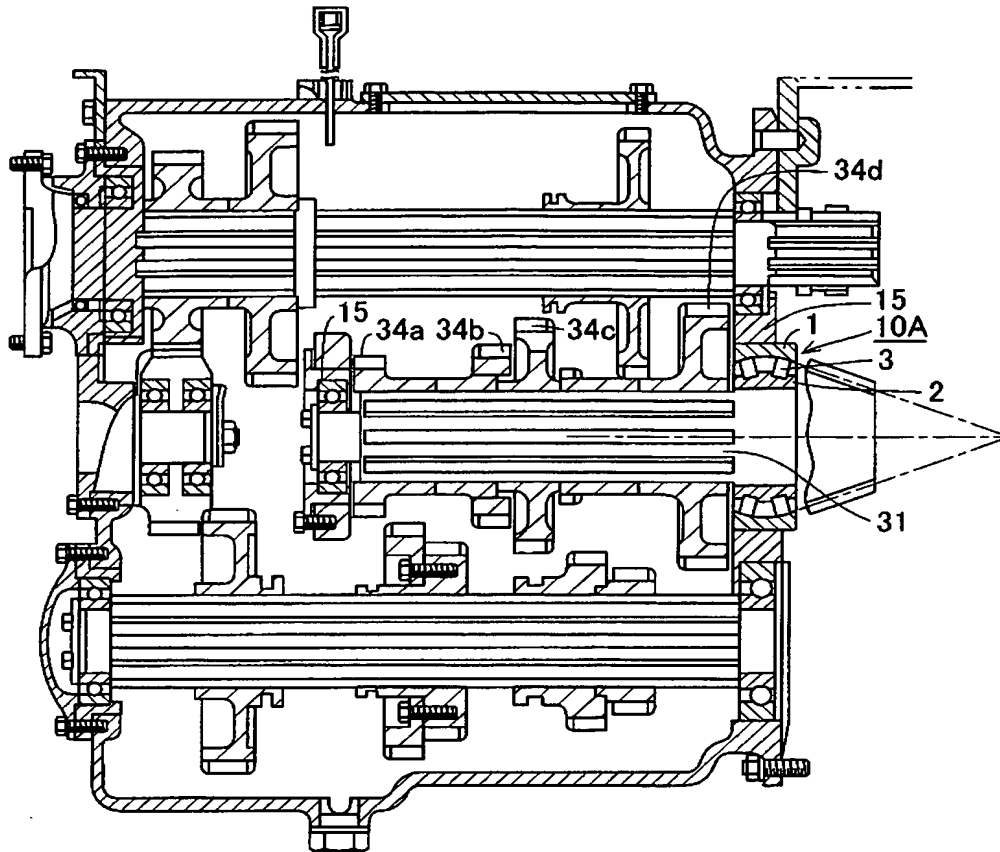
【図 10】



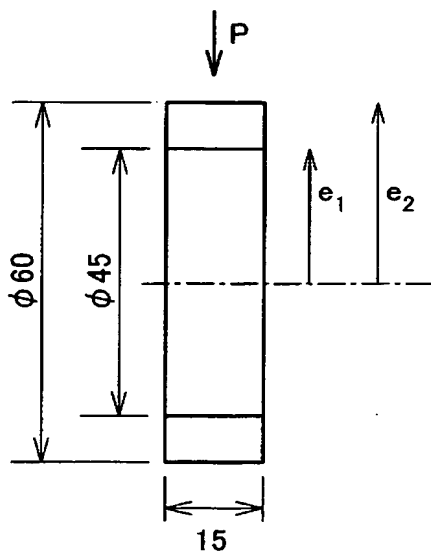
【図 11】



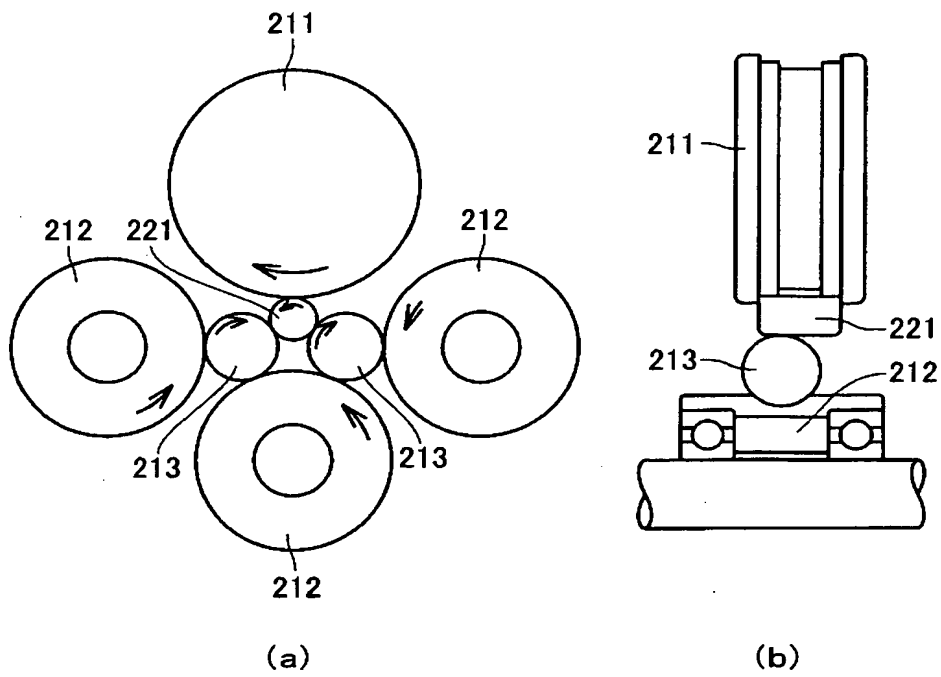
【図 12】



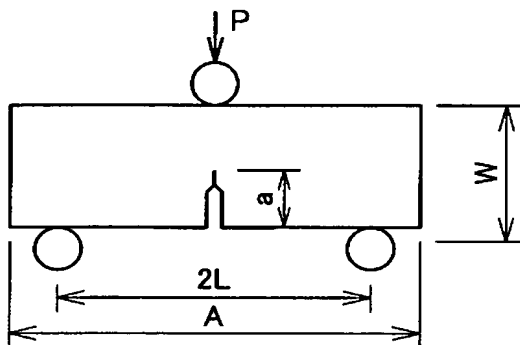
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高度の耐割れ強度と寸法安定性とを有し、転動疲労寿命に優れたトランスミッションにおける支持構造およびその製造方法ならびに円錐ころ軸受を提供する。

【解決手段】 本発明のトランスミッションにおける支持構造は、入力シャフト 1 1 または出力シャフト 1 2 またはギア 1 4 c、1 4 h～1 4 k を回転可能に支持する転がり軸受を有する支持構造であって、転がり軸受の外方部材、内方部材および転動体のうち少なくともいずれか一つの部材が浸炭窒化層を有し、その部材のオーステナイト結晶粒の粒度番号が 1 0 番を超える範囲にある。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 5 3 7 4 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 0 2 6 9 2]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 3 日
 [変更理由] 新規登録
 住 所 大阪府大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 1 7 号
 氏 名 エヌティエヌ株式会社

2. 変更年月日 2 0 0 2 年 1 1 月 5 日
 [変更理由] 名称変更
 住 所 大阪府大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 1 7 号
 氏 名 N T N 株式会社